



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-02



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Пловец трижды переплывает реку. Движение пловца прямолинейное. Скорость пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой, во всех заплывах одинакова по модулю.

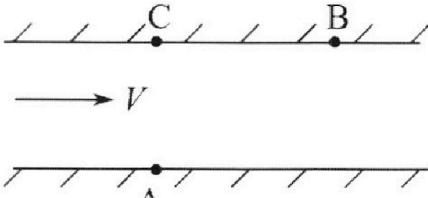
В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис., V – неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 50$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 120$ м.

Продолжительность первого заплыва $T_1 = 100$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 240$ с.

- 1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость V течения реки.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос наименьший.

- 3) На каком расстоянии S от точки В выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?



2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте

$h = 5,4$ м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

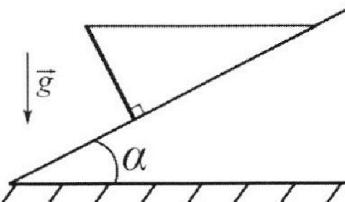
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоятся, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17,3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$.



- 1) Найдите массу m стержня.
- 2) Найдите силу F_{TP} трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-02

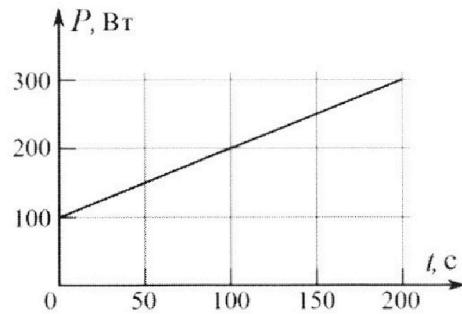


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Воду объемом $V = 1\text{л}$ нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 16^{\circ}\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25\text{ Ом}$, напряжение источника $U = 100\text{ В}$. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

- 1) Найдите мощность P_H нагревателя.
- 2) Найдите температуру t_1 воды через $T = 180\text{ с}$ после начала нагревания.

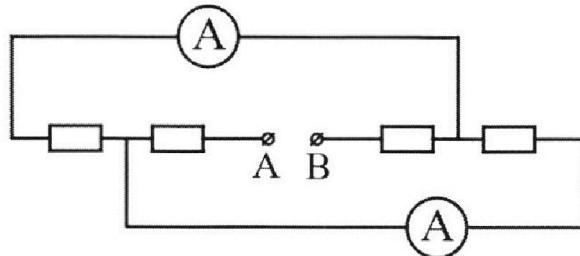
Плотность воды $\rho = 1000\text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot{}^{\circ}\text{C})$.



5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом , у двух других сопротивление по 60 Ом . Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Большее показание $I_1 = 2\text{ А}$.

- 1) Найдите показание I_2 второго амперметра.
- 2) Какую мощность P развивают силы в источнике?



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 1.

Дано:

$$AC = d = 50 \text{ м.}$$

$$(B = L = 120 \mu)$$

$$T_1 = 100 \text{ с.}$$

$$T_2 = 240 \text{ с.}$$

$$V_1 - ?$$

$$V_2 - ?$$

$$V - ?$$

$$S - ?$$

Решение:

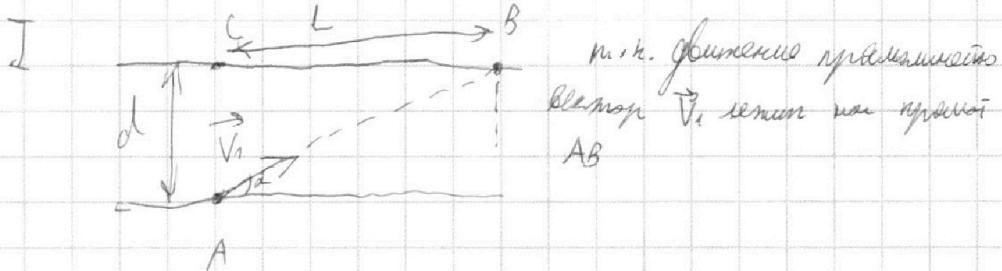
Пусть A - это сопротивление спиральной накрутки

(но учтено она всегда одинакова) вывод: сопротивление одинаково

Пусть в первом случае скорость накрутки равнялась

тогда увидим Δt в выражении (а это неизвестно т.к. движение прямолинейное)
(в первом случае)

то в second V_2 шаг увидим B



из этого же Δt получим

$$\Rightarrow \Rightarrow AB = \sqrt{BC^2 + AC^2}$$

$$AB = \sqrt{250^2 + 14400} \text{ м} = 130 \text{ м.}$$

$$V_1 \cdot T_1 = AB$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{AB}{T_1} \quad V_1 = \frac{130 \text{ м}}{100 \text{ с}} = 1,3 \text{ м/с.}$$

Теперь определим V_2 второй залог?

Продолжение на следующей странице



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

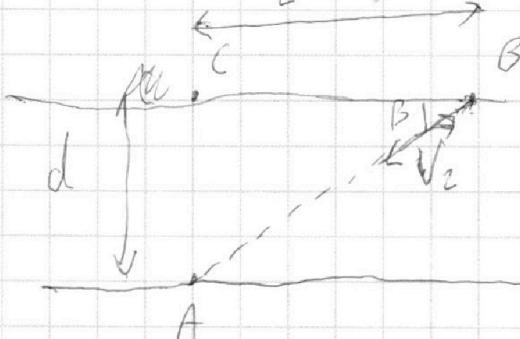
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ.

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

II



1. продолжение

$$U_{AB} = 24 \text{ В} \quad I = 1.0 \text{ А}$$

$$U_{AB} = 24 \text{ В} \quad U_{AB} = 24 \text{ В}$$

Чему равна V_2 приложенного к AB при $I_1 = 1.0 \text{ А}$?

$$AB = V_2 \cdot I \Rightarrow V_2 = \frac{AB}{I} \quad V_2 = \frac{130 \text{ м}}{240 \text{ с}} = \frac{13}{24} \text{ В/с}$$

Найдите вертикальную составляющую

Пусть у тока I_1 составляющая стоять в направлении ног узла $\angle 1$ и горизонталь в первом залове и узел $\angle 2$ во втором залове

$$d = I_1 \sin \angle 1 = I_2 \sin \angle 2$$

второй залов
первый залов

Продолжение на другой стороны

$$I_2 \sin \angle 1 + V = I_2 (\cos \angle 2 + V)$$

Найдите $\sin \angle 1 = \cos \beta$; $\cos \angle 2 = \frac{L}{AB} = \frac{12}{13}$; $\cos \beta = \frac{L}{AB} = \frac{12}{13} = \cos \angle 2$

β первый залов $I_2 (\cos \angle 2 + V \cos \angle 2) = V_1 \cos \angle 2$

найдите $V_1 = V_2 \sin \angle 2 = \frac{5}{13} \cdot \frac{13}{10} = \frac{1}{2} \text{ В/с}$

β второй залов $L = I_2 \cdot V_1 \cos \angle 2$

$$V_1 = \frac{5}{13} \cdot \frac{13}{10} = \frac{5}{2} \text{ В/с}$$

$$I_2 = \frac{100 + V}{100} = 1.0 \text{ А}$$

$$100 + V = 100 \text{ В} \quad 100 \text{ В} = 100 \text{ В}$$

$$-240V + 240V = 100 \text{ В}$$

$I_2 = V_1 \cos \angle 2$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1. продолжение:

Пусть v_{x_1} - скорость падения по горизонтали в первом замедлении, v_{x_2} - во втором

Пусть в первом v_{x_1} соизмеримо с V тогда $T_1(v_{x_1} + V) = L = 120 = 100v_{x_1} + 100V$

Во втором замедлении она превышает скорость тока, т.е. сила сопротивления превышает силу тока,

$$T_2(v_{x_2} - V) = i = 120 = 240v_{x_2} - V \cdot 240$$

Баланс сил в первом замедлении: $\frac{d}{dt}(340V + 240v_{x_1} - 100v_{x_1}) = 0$

$$340V = 100(24V_{x_2} - V_{x_1})$$

если в первом замедлении

$$0 = 240v_{x_2} - 240V - 100v_{x_1} \sqrt{2340V = 100(V_{x_2} - 24V_{x_1})}$$

v_{y_1} - скорость по вертикали в первом замедлении; v_{y_2} - во втором

$$v_{y_1} = \frac{d}{T_1} = \frac{50\text{ м}}{100\text{ с}} = \frac{1}{2}\text{ м/с} = 0,5\text{ м/с} \quad v_{y_2} = \frac{50\text{ м}}{240\text{ с}} = \frac{5}{24}\text{ м/с}.$$

$v_{x_1}^1$ - скорость горизонтальная по закону 1-го замедления; $v_{x_2}^1$ - во втором

$$v_{x_1}^1 = V_1 \cdot \cos \alpha = 73\text{ м/с} \cdot \frac{12}{13} = 7,2\text{ м/с} = \frac{12}{10}\text{ м/с} = \frac{6}{5}\text{ м/с}.$$

$$\cos \alpha = \cos \beta = \frac{12}{13} \quad v_{x_2}^1 = V_2 \cos \alpha = \frac{23}{24}\text{ м/с} \cdot \frac{12}{13} = 0,5\text{ м/с}.$$

$$(v_{x_1}^1 - V)^2 + v_{y_1}^2 = (v_{x_2}^1 + V)^2 + v_{y_2}^2 = U^2 \quad (\text{здесь } U = \sqrt{v_{y_1}^2 + v_{x_2}^1})$$

$$\frac{1}{U} = \sqrt{V + V^2 + \frac{1}{4}} = \frac{36}{25} - \frac{12}{5}V + V^2 + \frac{1}{4} = \frac{1}{U} + V + V^2 + \frac{25}{242}$$

$$\frac{12+V}{5}V = \frac{36}{25} - \frac{36}{25} - \frac{25}{242} \quad \text{если в первом замедлении}$$

запись \cancel{V} а \cancel{V} не засчитано в первом замедлении
 v_{x_1} превышает ток $V \Rightarrow$ этого недостаточно

запись \cancel{V} а \cancel{V} не засчитано в первом замедлении

Приложимое \cancel{V} в первом замедлении

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 1 продолжение

если $V_{x_1} = V_{x_2}$ в том же

$$\text{тогда } (V_{x_1} + V)^2 + V_{y_1}^2 = (V_{x_2} + V)^2 + V_{y_2}^2$$

$$\frac{36}{25} + \frac{72}{5}V = V + \frac{25}{24^2}$$

$$\frac{12-5}{5}V = \frac{25}{24^2} - \frac{36}{25} \quad | \cdot 25$$

$\begin{array}{r} 25 \\ \times 1 \\ \hline 25 \end{array}$

$\begin{array}{r} 1 \\ \times 25 \\ \hline 25 \end{array}$

$\begin{array}{r} 25 \\ - 25 \\ \hline 0 \end{array}$

\Rightarrow можно ли можно брать

$$\begin{array}{r} 24 \\ 24 \\ \hline 96 \\ + 3456 \\ \hline 3748 \\ - 3748 \\ \hline 0 \end{array}$$

$\begin{array}{r} 576 \\ 36 \\ \hline 192 \\ + 3456 \\ \hline 20436 \end{array}$

$$\frac{14}{5}V = \frac{36 \cdot 24^2 - 25^2}{25 \cdot 24^2}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 25 \\ \hline 125 \\ + 50 \\ \hline 625 \\ - 625 \\ \hline 0 \end{array}$$

$\begin{array}{r} 20736 \\ 225 \\ \hline 1818 \\ - 1818 \\ \hline 0 \end{array}$

$$V = \frac{36 \cdot 24^2 - 25^2}{17 \cdot 5 \cdot 24^2} \text{ м/c}$$

$$25^2 < 24^2 \cdot 36 \Rightarrow V \approx \frac{36 \cdot 24^2 - 25^2}{17 \cdot 5 \cdot 24^2} \text{ м/c.}$$

$$V \approx \frac{36}{17 \cdot 5} \text{ м/c.} = \frac{36}{85} \text{ м/c.}$$

$$\begin{array}{r} 20736 \\ 225 \\ \hline 1818 \\ - 1818 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\text{Найдем } u \text{ из условия } u^2 = \frac{1}{4} + V + V^2 + \frac{25}{24^2} = \frac{1}{4} + \frac{36}{85} + \frac{11}{85} + \frac{25}{24^2}$$

$$\Rightarrow u = \sqrt{V^2 + K} \quad | \text{ где } K-\text{некая-то целое число}$$

$$V^2 + K > V^2 \quad | \text{ т.к. } \sqrt{V^2} > \sqrt{V^2}$$

$\Rightarrow u > V \Rightarrow$ можно можно взять, что бы это было

или т.д. $V = \sqrt{K}$

$$\Rightarrow S = 0$$

Продолжение на другом листе



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Ответ: $V_1 = 1,3 \text{ м/c.}$; $V_2 = \frac{13}{24} \text{ м/c.}$; $V_{\infty} = \frac{36}{45} \text{ м/c.}$; $S = 0$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ.

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 2 продолжение

Дадено (2) и (1) а получим:

$$\frac{M}{M-h} = 4 \quad M = 4(M-h) \quad 3M = 4h \quad M = \frac{4}{3}h$$

$$M = \frac{4}{3} \cdot 5,4 \text{ м} \quad M = 7,2 \text{ м}$$

Теперь найдем T_0 , зная M

$$\frac{54 \cdot 4}{70 \cdot 3} = \frac{54 \cdot 18}{70} = \frac{4032}{70} = 572$$

$$\frac{T_0^2 g}{8} = M \Rightarrow T_0^2 g = 8M \Rightarrow T_0^2 = \frac{8M}{g} \Rightarrow T_0 = \sqrt{\frac{8M}{g}}$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{8 \cdot 72}{100}} \text{ с.}$$

$$T_0 = \sqrt{\frac{24^2}{10^2}} \text{ с.} \quad T_0 = 2,4 \text{ с.}$$

$$\begin{aligned} & \frac{24}{10} \\ & \times \frac{48}{8} \\ & \underline{96} \\ & 576 \end{aligned}$$

t_1 - время через которое мяч паде со стартой упавши на
землю

$$t_1 + t_3 = \frac{1}{2} T_0 \quad (\text{время движения мяча при падении высота } H)$$

$$t_3 = \frac{1}{4} T_0$$

$$t_1 = \frac{1}{2} T_0 - t_3 = \frac{1}{2} T_0 - \frac{1}{4} T_0 = \frac{1}{4} T_0$$

$$t_1 = \frac{1}{4} \cdot 2,4 \text{ с.} \quad t_1 = 0,6 \text{ с.}$$

Теперь будем искать V

Продолжение на другой странице



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

№ 2 продолжение

Перейдём в С.О. в которой стена неподвижна. Тогда на стенку
летит мяч с горизонтальной скоростью $v^1 = v_x + \cancel{U}$ U

После удара абсолютно упругого тела мяч покидает стенку в момент
по времени со скоростью $v^1 = v_x + \cancel{U}$ тело же переходит обратно в С.О.
затем v_{x0} - первая скорость мяча в горизонтальной составляющей
когда после абсолютного удара со стенкой

$$v_{x0} = \cancel{U} - v^1 - (-\text{U}) = v^1 + \text{U} = v_x + \text{U} + \text{U} = v_x + 2\text{U}$$

Так как вертикальная составляющая скорости ~~все время не изменяется~~
во время полёта мяча после удара со стенкой не изменяется v_y и
остановится равной t_1 .

(При этом возможны два случая в зависимости от того, будет ли мяч остановлен
или он соударится с землей в тот же момент или всё-таки до приземления не t_1 ,
но ~~тогда~~ будем считать, что в тот же момент, т. е. ~~затем~~ всё-таки в
момент)

Так как вертикальная составляющая скорости не изменяется
во время полёта мяча после удара со стенкой не изменяется и останется
равной t_1

$$d = t_1 \cdot v_{x0} - t_1 v_x = t_1 (v_x + 2\text{U} - v_x) = 2\text{U} t_1$$

$$\text{U} = \frac{d}{2t_1}$$

$$\text{U} = \frac{1,8}{2 \cdot 0,6} \text{ м/с} = 1,5 \text{ м/с}$$

$$\frac{1,8}{2 \cdot 0,6} = \frac{3}{2}$$

Продолжение на другой странице

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

. № 2

Дано:

$$h = 5,4 \text{ м.}$$

$$l_1 = 3l_2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$d = 1,8 \text{ м.}$$

Н - ?

t_1 - ?

T_1 - ?

Демонстрируем:

l_1 - расстояние от точки отрыва мяча до стены

l_2 - расстояние от стены до точки падения мяча на полуразметку.

При абсолютно упругом ударе скорость по вертикали (верт. вспл. скорости) отскакивающей мячей не изменяется (и по изгибу и по вектору), а по горизонтальной составляющей ^{изгибаются} изменяется не по величине, но ^{изгибаются} направление.

⇒ Мы можем считать две величины ^{одинаковыми}, что шаг проделано
демонстрирует по проекциям параллель.

Демонстрируем:

v_0 - начальная скорость мяча

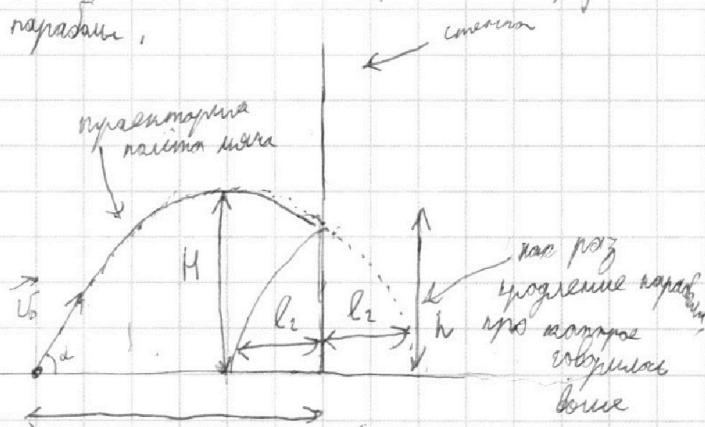
d - шаг ног погонщики
на разбеге

Пусть T_0 - время бега погони

Максимальная высота полёта мяча H (по вертикальной составляющей скорости) = 0
и это будет через $\frac{1}{2} T_0$ ($H = \frac{g t_1^2}{2}$ $t_1^2 g = H \Rightarrow t_1 = t_2 + t_3 = 2t_3 = T_0 \Rightarrow t_3 = \frac{1}{2} T_0$)
 t_3 - время разбега; t_2 - время разгона

Пусть V_x - Это горизонтальная составляющая скорости (она постоянна)

2) Найдите Продолжение на другой спринтер



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№2 продолжение

$$v_x \cdot T_0 = 4l_2 \quad (4l_2 - \text{общий путь, который прошел мяч за } T_0 [l_2 + 3l_2 = 4l_2]) \\ \Rightarrow \frac{l_2}{v_x} = \frac{1}{4} T_0 \quad (*)$$

Найдем t_3 - время движения мяча от наибольшей высоты H до
земли со скоростью v_x

За время t_3 мяч пройдет путь $l_1 = 4l_2 - 2l_2 - l_2$

$l_1 = l_2$

$t_3 \cdot v_x = l_2$

$t_3 = \frac{l_2}{v_x}$ из (*) $\Rightarrow t_3 = \frac{1}{4} T_0$

↑
общий путь
↑
путь мяча
до подъема на H

но время

В нач. высоте подъема H скорость мяча $v_y = 0 \Rightarrow$ время времени t_3 он
движется без начальной скорости под действием ускорения g

до земли он опустится за время t_3

$$sh = H - h ; sh = \frac{gt_3^2}{2} \quad H - h = \frac{gt_3^2}{2} \quad \text{известно } t_3 \quad H - h = \frac{g \cdot \left(\frac{1}{4} T_0\right)^2}{2}$$

После этого, что $H = \frac{g \cdot \left(\frac{1}{4} T_0\right)^2}{2}$ (изделие это движется без начальной скорости
под действием не и так ранее начали упавшим через $t_2 = \frac{1}{2} T_0$)

$$\left\{ \begin{array}{l} H - h = \frac{g T_0^2}{32} \quad (1) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} H = \frac{g T_0^2}{8} \quad (2) \end{array} \right.$$

Продолжение на другой странице



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 2 продолжение

Ответ: $H = 4,2 \text{ м}$, $t_1 = 0,6 \text{ секунд}$, $V = 1,5 \text{ м/с}$.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

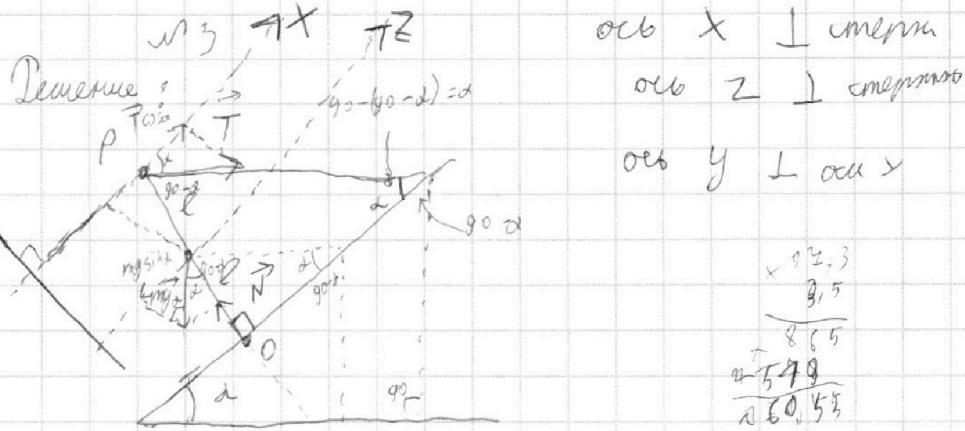
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Dано:
 $T = 17,3 \text{ Н}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\alpha = 30^\circ$
 $m - ?$



ось $x \perp$ стержня

ось $z \perp$ стержня

ось $y \perp$ оси x

$$\begin{array}{r} \times 17,3 \\ \times 3,5 \\ \hline 86,5 \\ + 51,9 \\ \hline 138,4 \\ \times 10 \\ \hline 1384 \\ \hline 60,55 \end{array}$$

Также ℓ -направления движутся стержнем

На рисунке изображены все силы, кроме которых две силы
приведены симметрично

Начнем симметрическими силами ($\rightarrow 0$), будем проектировать на ось x и ось z
(т.к. они ~~одинаково~~ действуют на стержень и если одна не равна (проекции), то две они
противоположны ($\rightarrow 0$))

$$\begin{aligned} T \cdot \cos \alpha &= m g \sin \alpha \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \Rightarrow m &= \frac{2 T \cos \alpha}{g \sin \alpha} ; m = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10 \cdot 3,5 \cdot \frac{1}{2}} ; m = 2 \cdot 17,3 \cdot \sqrt{3} \text{ кг}, \end{aligned}$$

$$17,3^2 = 2,9939 \approx \sqrt{3}^2 \Rightarrow 17,3 \approx \sqrt{3} \Rightarrow m \approx 2 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 6 \text{ кг}$$

Также N -сила является суммой опоры со стороны подставки и на
стержня

$$\text{ось } y: N = T \sin \alpha + m g \cos \alpha \quad \left(\begin{array}{l} \text{однозначно из } z \perp \text{ к стержню} \\ \alpha = 0 \Rightarrow m = N + T \sin \alpha + m g \cos \alpha \end{array} \right)$$

$$\begin{aligned} F_{\text{норм}} &= \mu N = \mu T \sin \alpha + \mu m g \cos \alpha = \mu [T \sin \alpha + m g \cos \alpha] = \\ &= \mu \cdot \left(17,3 \cdot \frac{1}{2} + 10 \cdot 2 \cdot 17,3 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = \mu \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 17,3 + 17,3 \cdot 3 \right) = \mu \cdot 3,5 \cdot 17,3 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} \times 3,5 \\ \hline 17,5 \\ + 51,9 \\ \hline 69,4 \\ \times 10 \\ \hline 694 \\ \hline 60,55 \end{array}$$

Продолжение на другой странице ($= 60,55 \mu$)

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N³ продолжение

Записано правильно начиная с $m \cdot g \cdot \sin 60^\circ$ (уточните что страница не проверяется)

$$F_{\text{нр}} \cdot 2l \geq m g \sin 60^\circ \cdot l$$

($\mu \geq \frac{m g \sin 60^\circ}{2N}$, т.к. при усогревлении ноги сила срыва должна быть не меньше силы =, т.к. она возникает только при "скользке" странице производство $\mu \geq$)

$$\mu N \cdot 2 \geq m g \sin 60^\circ$$

$$\mu \geq \frac{m g \sin 60^\circ}{2N}$$

$$\mu \geq \frac{2 \cdot 1,73 \cdot \sqrt{3} \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 3,5 \cdot 17,3}$$

$$\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{4 \cdot 17,3}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{14,2} \approx \frac{\sqrt{3}}{10,2}$$

Ответ: $m = 3,46 \cdot \sqrt{3} \text{ кг} (\approx 6 \text{ кг})$; $F_{\text{нр}} = \mu \cdot 60,55 \text{ Н}$, где

$$\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{14,2} ; \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{10,2}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 4.

Дано:

$$V = 1 \text{ м.}^3 = 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\tilde{T}_0 = 16^\circ\text{C}$$

$$R = 25 \text{ дж.}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$P(t)$$

$$T = 180^\circ\text{C}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$c = 4200 \text{ кДж/кг}$$

Решение:

$$P_m = \frac{U^2}{R}, P_m = \frac{10000}{25} \text{ Вт}$$

$$P_m = 400 \text{ Вт}$$

Найдём m - массу боя

$$m = \rho V; m = 1000 \cdot 10^{-3} \text{ кг.} = 1 \text{ кг.}$$

Посчитаем сколько тепла потребуется боям за время

T. Пусть это Q_0 . Эта величина численно равна
мощности генерации за время T, (м. к. - единица $P(t)$)
 $P(t) = Kt + b$ $(Q_{\text{ген}} = Bt \cdot c = MK)$

$$P_m = ?$$

Так как зависимость P (мощности генерации) от t .

Установим линейную зависимость её от t [в виде как зависимость $P(t)$]

$$\text{Будем } P(t) = Kt + b$$

$$\text{Будем положить } t=0, P=100 = K \cdot 0 + b \Rightarrow b = 100 \text{ Вт}$$

$$\text{Будем устанавливать } t=100 \text{ с. } P = 200 \text{ Вт} = K \cdot 100 + 100 \Rightarrow K = \frac{P - b}{t}$$

Посчитаем сколько раза потребуется боям введение T :

$$P^1 = 180 \cdot K + b \Rightarrow P^1 = (180 + 100) \text{ Вт} = 280 \text{ Вт}$$

$$Q_0 = \text{мин } S_{\text{подогрева}} = \underbrace{180 \cdot (280 - 100)}_1 + 100 \cdot 180 \quad AK = 180 \cdot 190 \text{ дж.}$$

$$\begin{matrix} 1 \\ S_{\text{подогрева}} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 2 \\ P_{\text{подогрева}} \end{matrix}$$

Продолжение
на другой
сопротивление

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

в) 4 продолжение

$$Q_0 = 34200 \text{ Дж}$$

Число, м.н. зависящее от температуры можно ~~быть~~ брать
получить P_{cr} и $Q_0 = P_{cr} \cdot T$, тогда шаг будет такой же
результат

$$P_{cr} = \frac{P(0) + P(120)}{2} = \frac{100 + 280}{2} = 190 \text{ Па}$$

$$Q_0 = P_{cr} \cdot T = 180 \cdot 190 \text{ Дж} = 34200 \text{ Дж}$$

Составим УТГ:

$$m \cdot C \cdot (\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = P_u \cdot T - Q_0$$

или \uparrow масса газа в единицах \nwarrow не-базовые величины из-за отсутствия

$$cm \tilde{t}_1 = P_u T - Q_0 + cm \tilde{t}_0$$

$$P_u T - Q_0 = P_u T - P_{cr} T =$$

$$\downarrow T(P_u - P_{cr})$$

$$\tilde{t}_1 = P_u T - Q_0 + cm \tilde{t}_0 \quad \text{или} \quad \frac{\partial T}{\partial (P_u - P_{cr})} = \frac{T \cdot (P_u - P_{cr}) + cm \tilde{t}_0}{cm}$$

$$P_u T = 180 \cdot 400 \text{ Па} =$$

$$\tilde{t}_1 = \frac{180 \cdot (400 - 190) + 4200 \cdot 1 \cdot 16}{4200 \cdot 1} \text{ } ^\circ\text{C} = 16 + \frac{180 \cdot 210}{4100} \text{ } ^\circ\text{C} =$$

$$= \frac{21 \cdot 18}{42} + 16 \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{18}{2} + 16 \text{ } ^\circ\text{C} = 9 + 16 \text{ } ^\circ\text{C} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ответ: $P_u = 400 \text{ Па}$; $\tilde{t}_1 = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

нр 5 - продолжение

$$P = I_o^2 \cdot R_{z1} + I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_o^2 R_{z2} =$$

$$= I_o^2 \cdot (R_{z1} + R_{z2}) + I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2$$

!!
то ли
значи
ровое

$$P = 3^2 \cdot 90 + 2^2 \cdot 30 + 1^2 \cdot 60 \quad P_T = 9 \cdot 90 + 60 \cdot 2 + 60 =$$

$$= 60 + 90 + 180 + 810 \quad P_T = 990 \text{ Вт}$$

Ошибки: $I_2 = 1A$; $P = 990 \text{ Вт}$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№5.

Дано:

$$R_1 = 30 \Omega$$

$$R_2 = 60 \Omega$$

$$I_1 = 2 A$$

$$I_2 = ?$$

$$P = ?$$

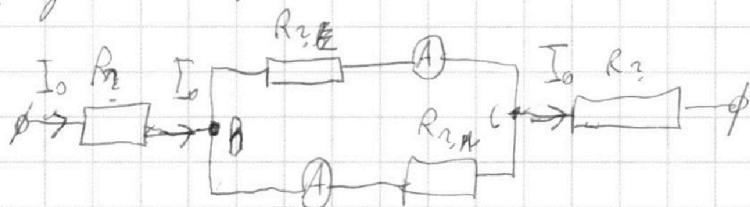
Решение:

R_1 - сопротивление двух резисторов по 30Ω

R_2 - сопротивление двух резисторов по 60Ω .

Нарисуем эквивалентную схему:

R_1 - зонтик включается, можно изменять резистор;



I_0 - общая тока в цепи

Значит, что батареи соединены параллельно между B и C

$$\Rightarrow U_1 = U_2$$

зонтик
на зонтике

Приложенные напряжения на зонтике батареи.
На батареи одинаковы

При этом верхний зонтик с анодом направлена вправо
т.е. по цепи течёт ток I_1 (без разницы, то батарея или зонтик это предположение)
минимум I_1 , т.к. поле резисторов не отклоняет ток вдоль зонтика)

При этом в нижней цепи $R_2 = R_1$

$$R_2 = R_1$$

имеет

$$U_1 = U_2$$

$$U_1 = I_1 R_1 \quad U_2 = I_2 R_2$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{I_1}{I_2}, \text{ т.к. } I_1 > I_2 \quad \text{По } \frac{I_1}{I_2} > 1 \Rightarrow$$

Продолжение на другой странице



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 5 продолжение

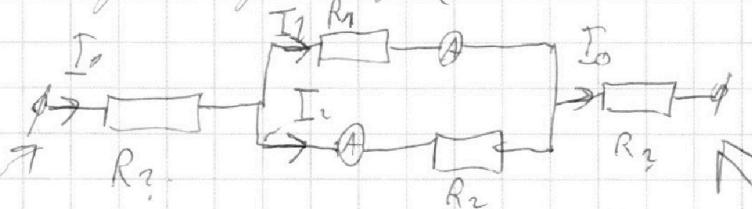
$$\Rightarrow \frac{R_M}{R_B} > 1 \Rightarrow R_M > R_B \Rightarrow R_M = 60 \Omega \text{m}$$

$R_B \approx 30 \Omega \text{m}$.

(н.е. для батарей, где большший ток стекут разветвления с меньшим
сопротивлением, для другой батарей где меньше I_2 (меньшее сопр.)

↑ (себя знаю что мы сбрасываем за изл, а "зас" за всп)

Чт. Найдем токи схемы (забывая сопр. то выше R_B и R_M)



$$U_1 = I_1 R_1 = U_2 = I_2 R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 R_1}{R_2}$$

$$I_1 = \frac{2A \cdot 30 \Omega \text{m}}{60 \Omega \text{m}} = 1A$$

$$I_0 = I_1 + I_2 ; I_0 = 1A + 2A = 3A$$

Путем первого разветвления $R_1 = R_{2,1}$ Путем $R_2 = R_{2,2}$

П. н. у нас должны получиться один раз. $60 \Omega \text{m}$ и один $30 \Omega \text{m}$ Но

Значит, что $R_{2,1} + R_{2,2} = 60 \Omega \text{m} + 30 \Omega \text{m} = 90 \Omega \text{m}$

Получим теперь R

Продолжение на другой странице

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

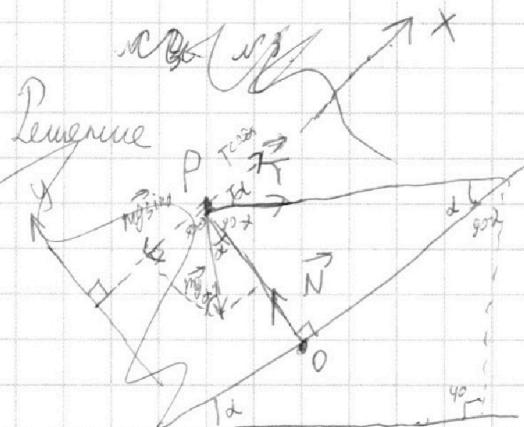
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$T = 17,3 \text{ Н}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\alpha = 30^\circ$

Решение



Найдём угла на рисунке

Запишем правило параллельных сил (1) о скользящем не вращающем

$$\Rightarrow m g \sin \alpha \cdot OP = T \cos \alpha \cdot OP$$

Продолжая тг на ось X
и
Продолжая Т на ось X

$$\Rightarrow m = \frac{T \cdot \cos \alpha}{g \sin \alpha}; m = \frac{17,3 \text{ Н}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \frac{\sqrt{3}}{2} = 1,43 \cdot \sqrt{3} \text{ кг.}$$
$$1,43 \cdot \sqrt{3}^2 = 2,9929 \approx 3 \Rightarrow 1,43 \approx \sqrt{3} \Rightarrow m \approx \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \text{ кг} = 3 \text{ кг.}$$

Приложим же к ноге

Нормальное давление по оси Y (скользящий вагон) $\Rightarrow T \sin \alpha + mg \cos \alpha = N$